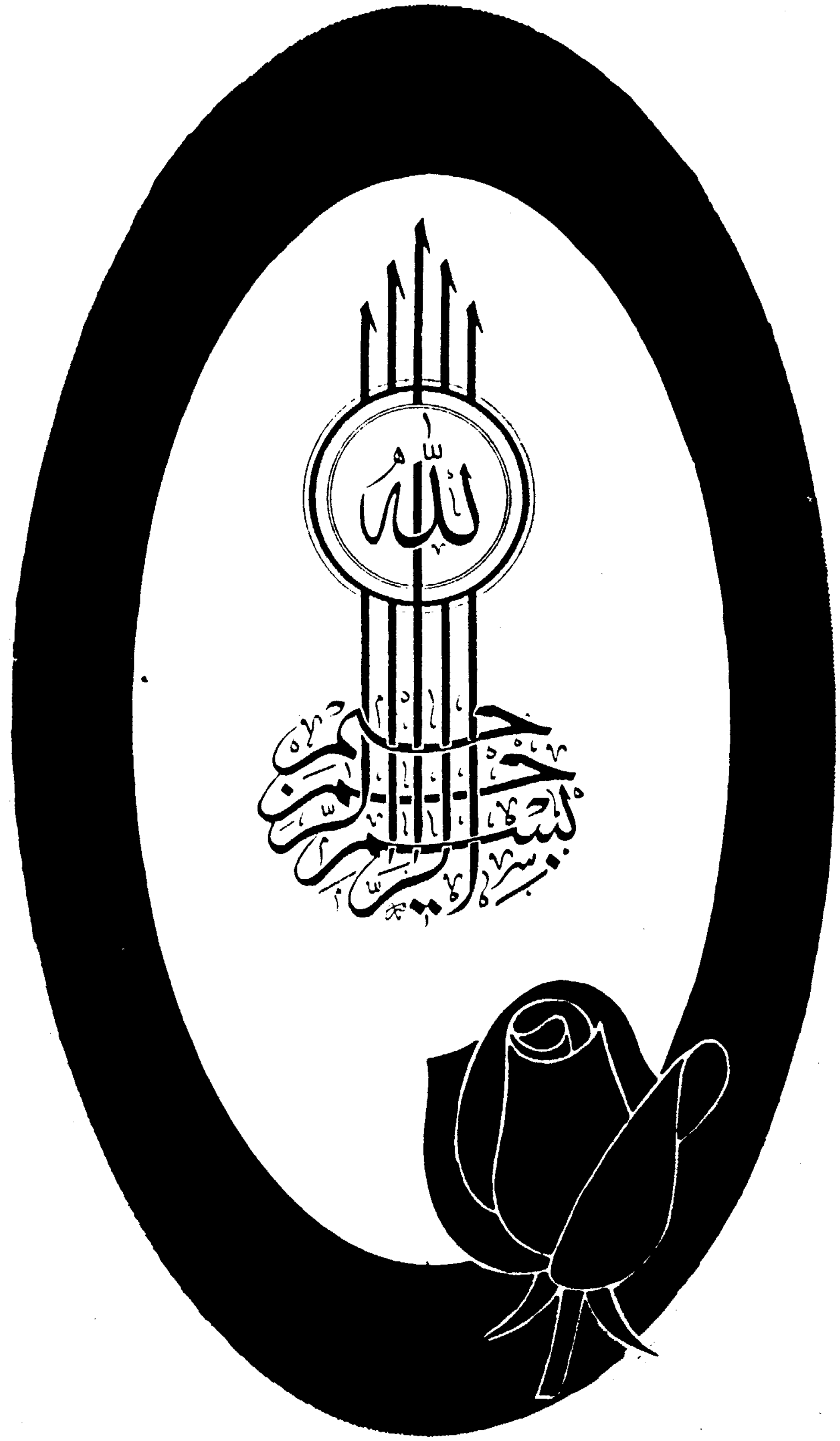

۲۴۵۹۳

۱۳۷۸ /۳/ ۳۰

دانشگاه فردوسی مشهد

پایان‌نامه کارشناسی ارشد ریاضی کاربردی

عنوان:

برنامه زمان‌بندی تولیدی بهینه برای کارخانجات سرامیک

استاد راهنما:

آقای دکتر علی وحیدیان کامیاد

دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

استاد مشاور:

آقای دکتر حسین تقی‌زاده کاخکی

استادیار دانشگاه فردوسی مشهد

نگارش:

حسن حسن‌پور

شهریور ۱۳۷۶

۲۴۵۹۳

دانشکده علوم ریاضی

دانشگاه فردوسی مشهد

شماره ....

تاریخ ....

پیوست ....

بسمه تعالی

دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده علوم ریاضی

صورتجلسهٔ دفاع پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسهٔ دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/خانم ......حسن حسن پور ....دانشجوی رشته ریاضی کاربردی درتاریخ ......۷۶/۸/۱۴.........باحضور داوران برگزارگردید ونامبرده از پایان نامه کارشناسی ارشد خود تحت عنوان :

برنامه زمانبندی تولیدی بهینه برای کارخانجات سرامیک

با بیان خلاصه ای از تحقیقات وپاسخ به سئوالات داوران دفاع نمودند و بانمرهٔ به عدد(...۱۸/۵...) و بحروف (هیجده و نیم......) معادل ......عالی...... قبول/مردود شدند.

هیأت داوران

	نام ونام خانوادگی	دانشگاه	مرتبهٔ علمی	امضأ
۱-استاد راهنما:	آقای دکترعلی وحیدیان کامیاد	دانشگاه فردوسی مشهد	دانشیار	
۲-استاد مشاور:	آقای دکترحسین تقی زاده	دانشگاه فردوسی مشهد	استادیار	
۳-داور:	خانم دکترفائزه توتونیان	دانشگاه فردوسی مشهد	دانشیار	
۴-نمایندهٔ تحصیلات تکمیلی و داور ۲:	آقای دکتراسداله نیکنام	دانشگاه فردوسی مشهد	استاد	
۵-مدیرگروه ریاضی:	آقای دکترعلی وحیدیان کامیاد	دانشگاه فردوسی مشهد	دانشیار	

حمد و سپاس

خداوند را سپاس می‌گویم که توفیق برداشتن گامی در جهت تحصیل دانش را در جوار بارگاه ملکوتی ثامن‌الحجج حضرت علی‌بن موسی الرضا (علیه‌السلام) به من ارزانی داشت.

بر خود لازم می‌دانم به حکم حدیث شریف «**من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق**» از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر وحیدیان کامیاد و نیز از استاد گرامیم جناب آقای دکتر تقی‌زاده که بدون شک تدوین پایان‌نامه بدون راهنماییهای ارزندهٔ ایشان برایم مقدور نبود خالصانه تقدیر و تشکر نمایم.

همچنین از مسئولین کتابخانه دانشکدهٔ علوم ریاضی بخصوصْ جناب آقای اتحاد، مسئولین اتاق کامپیوتر دانشکده، منشی گروه ریاضی سرکار خانم تهرانی و سرکار خانم صابری و نیز از مسئولین بخش زیراکس دانشکده به خاطر زحماتشان تشکر می‌نمایم.

از کلیهٔ دوستانی که طی مراحل تدوین پایان‌نامه ونوشتن برنامه کامپیوتری آن از راهنماییهای خود دریغ نورزیدند قدردانی می‌نمایم.

امید دارم که این کار اندک مورد قبول درگاه احدیت واقع گردد و مورد استفادهٔ دانش‌دوستان قرار گیرد.

«و من ا... التوفیق»

حسن حسن‌پور

شهریور ۱۳۷۶

مشهد مقدس

تقدیم به:

«پدر و مادر بزرگوارم»

تقدیم به:

«همسر گرامیم»

و تقدیم به:

«روح برادر شهیدش»

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه

در تولید فراورده‌های صنعتی غالباً مواد اولیه مصرفی به تنهایی قیمت چندانی ندارند (مثلاً خاک رس در صنعت سرامیک)، لیکن هزینه‌های افزوده شده به آن طی مراحل تولید بالا است. به عنوان نمونه می‌توان از هزینه‌هایی مانند انرژی مصرف شده، سرمایه، هزینه‌های جابجایی و توزیع محصول و هزینهٔ نگهداری محصول نام برد. با توجه به این که غالباً تولیدات روی قیمت فروش با هم رقابت می‌کنند، پایین آوردن هزینهٔ تولید از اهمیت خاصی برخوردار است و این امر به برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق فعالیتهای تولیدی نیاز دارد.

برای بهینه سازی فرایندهای تولید، روشهای گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به برنامه‌ریزی پیشرو زمانی[1] اشاره کرد ([۳], [۲۱]). ولی آنچه در این پایان‌نامه مورد توجه ماست، زمان‌بندی تولید با ظرفیت جهتدار[2] (CPS) است، که عبارت است از ارائهٔ یک روش کارآمد برای زمان‌بندی تولید دسته‌ای از محصولات در تعداد قابل تغییری خط تولیدی برای تعداد مشخصی دورهٔ زمانی، به گونه‌ای که هزینهٔ کل تولید، نگهداری و تنظیم خط[3] کمینه شود.

حالت سادهٔ مسأله (CPS) عبارت است از برنامه‌ریزی تولید چند محصول در یک خط تولید. مطالعات اولیهٔ مسأله، محدود به حالاتی بود که در آنها نرخ تقاضا ثابت است. مطالعات بعدی روی کمینه کردن هزینهٔ تولید و هزینه‌های تنظیم تحت محدودیتهای تقاضا و ظرفیت تولید صورت گرفت.«کارمارکار»[4] و «اسکریج»[5] (۱۹۸۵)، «کارمارکار» و «ککر»[6] و «ککر» (۱۹۸۷) و «وُلسِی»[7] (۱۹۸۹) مثالهایی از همین نوع ولی با ابعاد بزرگتر را مطرح کرد. «گلاسی»[8] (۱۹۶۸)، «فریرا»[9] و «هوجسون»[10]

1- Time - phased Forward Scheduling
2- Capacity - oriented Production Scheduling
3- Changeover Cost
4- Karmarkar
5- Schrage
6- Kekre
7- Wolsey
8- Glassey
9- Ferreira
10- Hodgson

(۱۹۷۳)، «دِرسِی»[1]، «هوجسون» و «راتلیف»[2] (۱۹۷۵) و «دریسکول»[3] و «امونز»[4] (۱۹۷۸)، «لایــبریتر»[5] (۱۹۸۴)، «گــاسکون»[6] و «لیــچمن»[7] (۱۹۸۸) و «مگــنانتی»[8] و «واکانی»[9] (۱۹۹۰)، مسایلی را با خط و مشی تولیدی مجزا مـورد تـوجه قـرار دادنـد. دراین مطالعات، افق برنامه‌ریزی متناهی است و فعالیتها می‌توانند از هم جدا شوند و در دوره‌های زمانی ناپیوسته به انجام می‌رسند. روشهایی که برای حل ایـن مسـایل مورد اسـتفاده قـرار گـرفتند عـبارتند از بـرنامه‌ریزی پـویا، روش لاگـرانـژ و روش صفحهٔ برشی[10].

مدل (CPS) تعمیم مسألهٔ با یک خط تولید به یک مسألهٔ با چند خـط تـولید است. برای اولین بار، «لایبریتر» و «میلر»[11] (۱۹۸۵) مسألهٔ (CPS) را در مورد کارخانهٔ سرامیک با خطوط تولید چندگانه ولی غیر موازی مـطرح کـردند. «لایـبریتر» و «گـویگنارد»[12] (۱۹۸۷) بعد از تطابق مسأله با روشهای فشرده سازی قـیود کـه تـوسط «کـیانفر»[13] (۱۹۷۱) و «برادلی»[14] و «هامر»[15] و «ولسی» (۱۹۷۴) ارایه شده است، آن را حل کردند. راه حل آنها روشی بسیار مؤثر برای یافتن کرانهای قوی بـرای مسـایل بـرنامه‌ریزی خطی بود ولی زمان زیادی می‌برد.

روشی که در اینجا ارائه می‌شود، به کمک روش تخفیف لاگرانژ مسألهٔ (CPS) را به مسایلی با یک خط تولید و چند محصول تجزیه می‌کند که توسط برنامه‌ریزی پویا حل می‌شوند.

1- Dorsey
2- Ratliff
3- Driscoll
4- Emmons
5- Liberatore
6- Gascon
7- Leachman
8- Magnanti
9- Vachani
10- Cutting plane Method
11- Miller
12- Guignard
13- Kianfar
14- Bradley
15- Hammer

چکیــده

کارخانه‌ای را در نظر بگیرید که محصولات متنوعی را در خطوط تولیدی مشخصی تولید می‌کند. هر خط تولیدی برای هر محصول دارای ظرفیت تولید خاصی است که به آن نرخ تولید می‌گویند. و کارخانه برای تعداد مشخصی دورهٔ زمانی متوالی می‌خواهد کار کند. هدف یک برنامهٔ زمان‌بندی تولیدی بهینه برای چنین کارخانه‌ای این است که:

اولاً - هزینهٔ کل تولید هر محصول کمینه شود. این هزینه شامل سه بخش است:

۱- هزینه تولید هر محصول در هر خط، که با توجه به هزینه استهلاک ماشین‌آلات، هزینه‌های سربار و ... هزینه تمام شدهٔ محصول باید محاسبه گردد.

۲- هزینهٔ نگهداری محصولات تا زمان تحویل به مشتری؛ محصولات در دوره‌های زمانی مختلف تولید می‌شوند به منظور تکمیل شدن کل تقاضای مشتریها و همچنین به منظور فرارسیدن زمان تحویل به مشتری، تا زمان تحویل نگهداری می‌شوند که هزینهٔ نگهداری آنها به نوع محصول، ابعاد آن و مدت زمان نگهداری، ضایعات و ... بستگی دارد.

۳- هزینهٔ تنظیم خطوط برای محصولات که به محصول جدیدی که می‌خواهیم وارد خط تولید کنیم و نیز به خط تولید بستگی دارد. تنظیم خطوط برای محصولات جدید، شامل تمیز کردن دستگاهها، تعویض قالبها، روغنکاری و ... می‌باشد.

ثانیاً - کل تقاضای مشتریها برای محصولات مختلف در زمانهای مورد تقاضای آنها برآورده شود.

ثالثاً - حتی‌الامکان در هر خط تولید، از تمام ظرفیت تولید آن استفاده شود. به عبارت

دیگر، استفادهٔ بهینه از خطوط تولید صورت پذیرد.

نرخ تولید محصول در یک خط تولید، به عنوان مثال در روند تولید سرامیک، به تعداد کوره‌ها، ظرفیت کوره‌ها (که ظرفیت کوره‌ها با توجه به ابعاد محصولات، برای محصولات مختلف، متفاوت است)، به زمان تنظیم خطوط تولید برای محصولات جدید و ... بستگی دارد. هر یک از مراحل قالب‌زنی، پرداخت، پخت و ... برای هر محصول زمان معینی می‌برد که با توجه به تمام این موارد، باید زمان‌سنجی واقعی تولید هر محصول در هر خط تولید انجام شده و نهایتاً نرخ واقعی تولید هر محصول در هر خط تولید محاسبه گردیده و در زمان‌بندی بهینهٔ تولیدی مدنظر قرار گیرد.

روشی که در این پایان‌نامه برای حل مسئله فوق *(CPS)* ارائه می‌شود، یک کران پایین قوی از حل مسألهٔ تخفیف لاگرانژ و یک کران بالا از طریق بکارگیری یک الگوریتم پیشرو کاهش دهندهٔ هزینه، که از جواب مسأله تخفیف لاگرانژ یک جواب شدنی اقتباس می‌کند، بدست می‌دهد. الگوریتم ارائه شده از یک روش کارا برای اولویت دادن به محصولاتی که تقاضای آنها برآورده نمی‌شود و واگذاری خطوط تولید به محصولات استفاده می‌کند.

این برنامه، برای هر کارخانه‌ای که به زمان‌بندی تولید تعدادی محصول روی یک یا چند خط تولید برای تعدادی دورهٔ زمانی متوالی (و البته بدون ضایعات تولید) نیاز دارد، بکار می‌رود. کاربردهای این روش توسط «ماتا[1]» (۱۹۸۹) تشریح شده است.

پس از فرمول‌بندی ریاضی و حل مسأله، نرم‌افزاری ارائه می‌شود که تغییر دادن برنامهٔ تولید با توجه به تغییر تقاضا یا تغییر شرایط کارخانه و ... به کمک آن امری سهل‌الوصول باشد.

1- Matta

فصل اول

مقدماتی از آنالیز ریاضی

بخش (۱-۱) تعاریف مقدماتی

تعریف (۱-۱): فرض کنید R مجموعهٔ اعداد حقیقی و R^n فضای n بعدی حقیقی باشد. زیر مجموعهٔ S از R^n را محدب[1] گویند هرگاه پاره‌خط واصل هر دو نقطهٔ دلخواه از S تماماً در S واقع شود. به عبارت دیگر برای هر $x_1, x_2 \in R^n$ و هر $\lambda \in (0,1)$ داشته باشیم:

$$\lambda x_1 + (1-\lambda) x_2 \in S$$

تعریف (۱-۲): پوستهٔ محدب[2] مجموعهٔ $S \subseteq R^n$ که با $H(S)$ یا $Conv(S)$ نمایش داده می‌شود، عبارت است از مجموعهٔ تمام ترکیبات محدب عناصر S به عبارت دیگر $x \in H(S)$ اگر و فقط اگر بتوان x را بصورت زیر نمایش داد:

$$x = \sum_{i=1}^{k} \lambda_i x_i, \quad \sum_{i=1}^{k} \lambda_i = 1, \ \lambda_i \geq 0, \ i = 1, 2, \ldots, k$$

که k عددی است صحیح و مثبت و $x_1, x_2, \ldots, x_k$ عناصری از S هستند.

تعریف (۱-۳): فرض کنید S زیر مجموعهٔ دلخواهی از R^n باشد:

۱) نقطهٔ x متعلق به بستار[3] S است هرگاه برای هر $\varepsilon > 0$، $N_\varepsilon(x) \cap S \neq \phi$ که در آن $N_\varepsilon(x)$ گوی به مرکز x و شعاع ε است. بستار S را با $cl(S)$ نشان می‌دهیم. اگر $S = Cl(S)$، مجموعه S را بسته گوئیم.

۲) x را نقطهٔ درونی[4] S گوئیم هرگاه، $\varepsilon > 0$ مثبت موجود باشد به طوری که $N_\varepsilon(x) \subset S$ درون S را با $int(S)$ نمایش می‌دهیم. اگر $S = int(S)$، مجموعهٔ S را باز[5] می‌نامیم.

۳) یک مجموعه کراندار[6] است هرگاه بتوان آن را در یک گوی به اندازهٔ کافی بزرگ

1- Convex
2- Convex Hall
3- Closure
4- Interior Point
5- Open
6- Bounded

جای داد.

۴) یک مجموعه فشرده است هرگاه بسته و کراندار باشد.

قضیه (۱-۱): فرض کنید $S\subseteq R^n$ محدب باشد و $int(S)\neq\phi$ و فرض کنید $x_1\in cl(S)$, $x_2\in int(S)$. در این صورت برای هر $\lambda\in(0,1)$ داریم: $\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2\in int(S)$

اثبات: مرجع [۲].

قضیه (۱-۲): فرض کنید $S\subseteq R^n$ غیرتهی و فشرده و $f:S\to R$ پیوسته باشد آنگاه مسألهٔ $Min\{f(x):x\in S\}$ مقدار کمینهٔ خود را اختیار می‌کند. یعنی یک جواب کمینه برای این مسأله وجود دارد.

اثبات: [۲].

تعریف (۴-۱): تابع $f:S\to R^1$ را که S زیرمجموعه‌ای غیرتهی و محدب از R^n است، در نظر بگیرید. تابع f را محدب گوئیم هرگاه برای هر $x_1, x_2\in S$ و برای هر $\lambda\in(0,1)$ داشته باشیم:

$$f(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \leq \lambda f(x_1) + (1-\lambda)f(x_2)$$

و تابع f را اکیداً محدب گوئیم هرگاه نامساوی فوق برای هر $x_1, x_2\in S$ و برای هر $\lambda\in(0,1)$ به صورت اکید برقرار باشد. تابع $f:S\to R$ را مقعر[2] گوئیم هرگاه $-f$ محدب باشد. یا به عبارت دیگر برای هر $x_1, x_2\in S$ و برای هر $\lambda\in(0,1)$ داشته باشیم:

$$f(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \lambda f(x_1) + (1-\lambda)f(x_2)$$

قضیه (۱-۲): فرض کنید S زیرمجموعه‌ای غیرتهی و محدب از R^n باشد و $f:S\to R^n$ محدب باشد. در این صورت f روی $int(S)$ پیوسته است.

1- Compact

2- Concave

اثبات: [۲].

بخش (۱-۲) مشتق سویی[1] توابع محدب

مفهوم مشتق سویی در توسعهٔ معیارهای بهینگی و روندهای محاسباتی در برنامه‌ریزی غیر خطی زمانی که می‌خواهیم مسیری[2] را پیدا کنیم که تابع در طول آن صعود یا نزول می‌کند مفید است.

تعریف (۱-۵): فرض کنید S زیر مجموعه‌ای غیرتهی از R^n باشد و $f:S\to R$ نقطهٔ $\bar{x}\in S$ و بردار غیر صفر d را به گونه‌ای در نظر بگیرید که برای $\lambda>0$ به اندازهٔ کافی کوچک، $\bar{x}+\lambda d\in S$. مشتق سویی f در نقطه $\bar{x}$ و در سوی بردار d را با $f'(\bar{x};d)$ نشان داده و آن را درصورت وجود حد، به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$f'(\bar{x};d) = \lim_{\lambda\to 0^+}\frac{f(\bar{x}+\lambda d) - f(\bar{x})}{\lambda}$$

از لم زیر می‌توان نتیجه گرفت که حد فوق برای تابع محدب یا مقعر f در هر نقطهٔ $\bar{x}\in int(S)$ موجود است.

لم (۱-۱): فرض کنید $f:R^n\to R$ تابعی محدب باشد. نقطهٔ $\bar{x}\in R^n$ و مسیر غیر صفر d را در نظر بگیرید. در این صورت مشتق سویی f در نقطهٔ $\bar{x}$ و در سوی d وجود دارد.

اثبات: [۲].

1- Directional Derivative

2- Direction